

Estudio de Pre-Viabilidad para la Recuperación de Biogás en el Relleno Sanitario El Trébol: Modelo de Biogás

Alex Stege
SCS Engineers

**Taller USAID/USEPA,
Ciudad de Guatemala,
Guatemala
25 de octubre del 2005**





Temas



- **Proyecciones de biogás para rellenos internacionales**
- **Historial del Relleno Sanitario**
- **Estimado de depósitos de residuos sólidos**
- **Composición de residuos sólidos**
- **Valores del modelo – k y L_0**
- **Futura cobertura del sistema de colección**
- **Resultados del modelo**



Proyecciones de Biogás para Rellenos Internacionales



- **Buenos estimados de recuperación de biogás son necesarios para evaluar el diseño, tamaño, viabilidad e inversión del proyecto**
- **Utilice el modelo de decaimiento de primer orden de la U.S. EPA**

$$\sum_{i=1}^n 2 k L_0 M e^{-kt_i}$$

donde:

k = índice de decaimiento de metano (1/año)

L₀ = potencial máximo de generación de metano (m³/tonelada)

M = cantidad de residuos depositados (toneladas) en el año "i"

t_i = edad de residuos depositados (año) en año "i"



Proyecciones de Biogás para Rellenos Internacionales



- **Revise el modelo para proyectar la recuperación de biogás, no la generación de biogás**
- **Necesitar modificar el modelo para compensar por la diferencias de composición de residuos, clima y diseño del relleno entre los EEUU y Guatemala**
- **Proyectar la recuperación de biogás dada las limitaciones calculadas del futuro sistema de colección de biogás**



Historial del Relleno



- **Relleno es un cañón con 100 m de profundidad y de 100 – 250 m de ancho**
- **No existen registros con cantidad de residuos en el lugar; Informe Parsons en 1999 al U.S. DOE es la mejor fuente de información sobre depósitos de residuos**
- **Cañón ha sido tradicionalmente un lugar de depósitos de residuos sólidos**
- **Partes superiores del cañón fueran rellenas antes del 1966 fueron clausurada e instalaron un parque de fútbol**
- **Relleno se ha extendido unos 650 m desde el 1966 y actualmente se utilizan alrededor 16.2 hectáreas**
- **Area actual de depósitos queda unos 200 m por debajo de la carretera principal del lugar**



Estimados de Depósitos de Residuos Sólidos



- **Informe Parsons desarrolló estimados de depósitos basado en el volumen de los residuos y las siguientes consideraciones:**
 - Parte de los residuos son residuos de construcción
 - En el 1998 durante el Huracán Mitch, hubo un derrumbe de tierra donde 1 millón m³ de residuos se deslizara en el cañón
 - Los residuos depositados tienen un alto contenido de humedad



Estimados de Depósitos de Residuos Sólidos



- **Residuos en in situ hasta 1/1/2005 (estimado) :**
 - 8.3 millón de toneladas de residuos sólidos urbanos (RSU), convertido a 3.87 millón de toneladas considerando un 20% de humedad (contenido típico de humedad en residuos estadounidense)
 - Total de residuos de construcción = 2.33 millón de toneladas
 - Total = 6.2 millón de toneladas



Estimados de Depósitos de Residuos Sólidos



● Estimado de futuros depósitos:

- Se calcula que los RSU aumentaran un 3.35 % anualmente
- Supone que residuos de construcción aumentaran un 2.5% por año
- No existen estimado sobre la capacidad final del lugar; Personal del relleno calculan que el relleno operara por al menos 10 años mas
- Planos del relleno indican que aproximadamente ~40% ya había quedado lleno en el 1999; insinuando una capacidad total de 11.4 millón de toneladas
- Índices actuales de crecimiento y capacidad implicando una fecha de clausura para el 2018.



Estimados de Depósitos de Residuos Sólidos



- **Estimado de residuos disponibles para la generación de biogás – Estimado se resta del total para los valores del modelo**
 - Informe Parsons excluye residuos depositados antes del 1985 ya que estos tendrían muy poco biogás disponible
 - 40%-50% de los residuos depositados entre 1985 y 1988 no están disponible ya que hay casas en estas áreas
 - 100% de los residuos depositados en 1989, 1997 y 1998 tampoco están disponible para la generación de biogás por los derrumbes de tierra en 1989 y 1998
 - Residuos de construcción no son considerados por no generan suficiente biogás
 - Resultados: 2,195,500 toneladas (78% del total) de RSU están disponible a partir del 1/1/2005 para producción de biogás



Composición de Residuos



- **Contenido orgánico de los residuos, contenido de humedad y la degradabilidad impactan los índices de producción de biogás**
 - Alimentos = 37.8% (índice de alta degradación)
 - Césped (Poda) = 12.6% (combinación de alta y media degradación)
 - Papel y Cartón = 18.1% (media degradación)
 - Cuero, Textiles y Hueso = 4.8% (baja degradación)
 - Materiales inerte incluyen: plásticos (10.1%); metales (2.2%); vidrio (1.6); cenizas, residuos de construcción (6.1%); otros residuos inorgánica (6.7%)

*%s de composición asignado basado en datos del 1998 sobre composición de residuos en Guatemala



Composición de Residuos



- **El Relleno El Trébol tiene mas residuos de alimentos que rellenos de los EEUU**
 - Alimentos y césped se descompone mas rápido y producen biogás mas rápido pero por un periodo de tiempo mas corto. Este efecto se refleja el parámetro de k, índice de decaimiento
 - Alta fracción de materia orgánica y contenido de humedad en residuos en El Trébol afectan la cantidad de biogás producida
 - ◆ Alto % de materia orgánica incrementa producción de biogás
 - ◆ Alto contenido de humedad disminuye producción (por peso de RSU) ya que el agua es inerte
 - ◆ Estos efectos se reflejan en modelo en el parámetro L_0 , Potencial de recuperación de metano



Desarrollo del Valor L_0 de Guatemala



- **Comienza con estimado de la USEPA de $L_0 = 100$ m³/tonne para la generación de biogás en los rellenos de los EEUU**
- **Multiplique este por la máxima eficiencia de colección (85%) para obtener la recuperación de biogas**
- **Para obtener el Valor L_0 de Guatemala, se ajuste el valor por las diferencias de contenido orgánico y humedad**
 - Alto % de residuos orgánicas – aumentar valor L_0
 - Alto % de humedad – disminuye valor L_0 (no hubo cambio que cantidad de RSU ya habían sido modificadas)
- **Resultado: Guatemala $L_0 = 91.4$ m³/tonne**



Desarrollo del Valor k de Guatemala



- **El valor k no se puede calcular comparando el por ciento de residuos en el lugar**
- **Se puede desarrollar un modelo compuesto para estimar producción de biogás de residuos de alta, media y baja degradación con los siguientes pasos:**
 - Asuma que índices de alta, media, y baja degradación tiene una razón fija de 20:4:1 (basado en estudios de laboratorio)
 - Asigne solo valor k a relleno estadounidense con precipitación anual de 119 cm/año (cantidad de Ciudad de Guatemala) = 0.065/ año
 - Ajuste valores de k de residuos de alta, media y baja degradación para el modelo de 3-k asimile los resultados del modelo de único valor k
 - Utilice los valores de k en el modelo de 3-k para El Trébol



Desarrollo del Valor k de Guatemala



- **Valores k son:**

- Residuos de alta degradación = 0.22/año
- Residuos de media degradación = 0.044/año
- Residuos de lenta degradación = 0.011/año



Estimado de Cobertura del Sistema Colección



- **Modelo utiliza los estimados de disposición y valores k y L_0 para calcular recuperación “potencial” de biogás sin considerar limitaciones del sistema de colección.**
- **Estimados mas realista de recuperación de biogás: 60% de recuperación mientras el relleno permanezca en operación, 70% tras la clausura**
 - Alto contenido de humedad y lixiviado limitan efectividad del sistema
 - Necesidad de ajustes al sistema, mantenimiento y expansiones a nuevas áreas de disposición



Resultados del Modelo de Biogás



- **Desarrollar estimado actual del recuperación potencial de modelo para comparación con resultados de prueba de extracción**
 - 2005: Modelo proyecto 1,167 pies cúbicos/minutos (1,983 m³/hora)
 - Este calculo es 37 pies cúbicos/minute o un 3% mas alto que prueba de extracción basado en estimado de 1,130 pies cúbicos/minuto
 - Error de 3% cae en rango de precisión de prueba de extracción
 - Concluyo que prueba de extracción es comparable con resultados del modelo
- **Estimado de futura recuperación potencial de biogás:**
 - 2006: 1,243 ft³/minuto (2,111 m³/hora)
 - 2018: 2,100 ft³/minute (3,568 m³/hora) = máximo
 - Declina tras clausura del lugar en 2018.



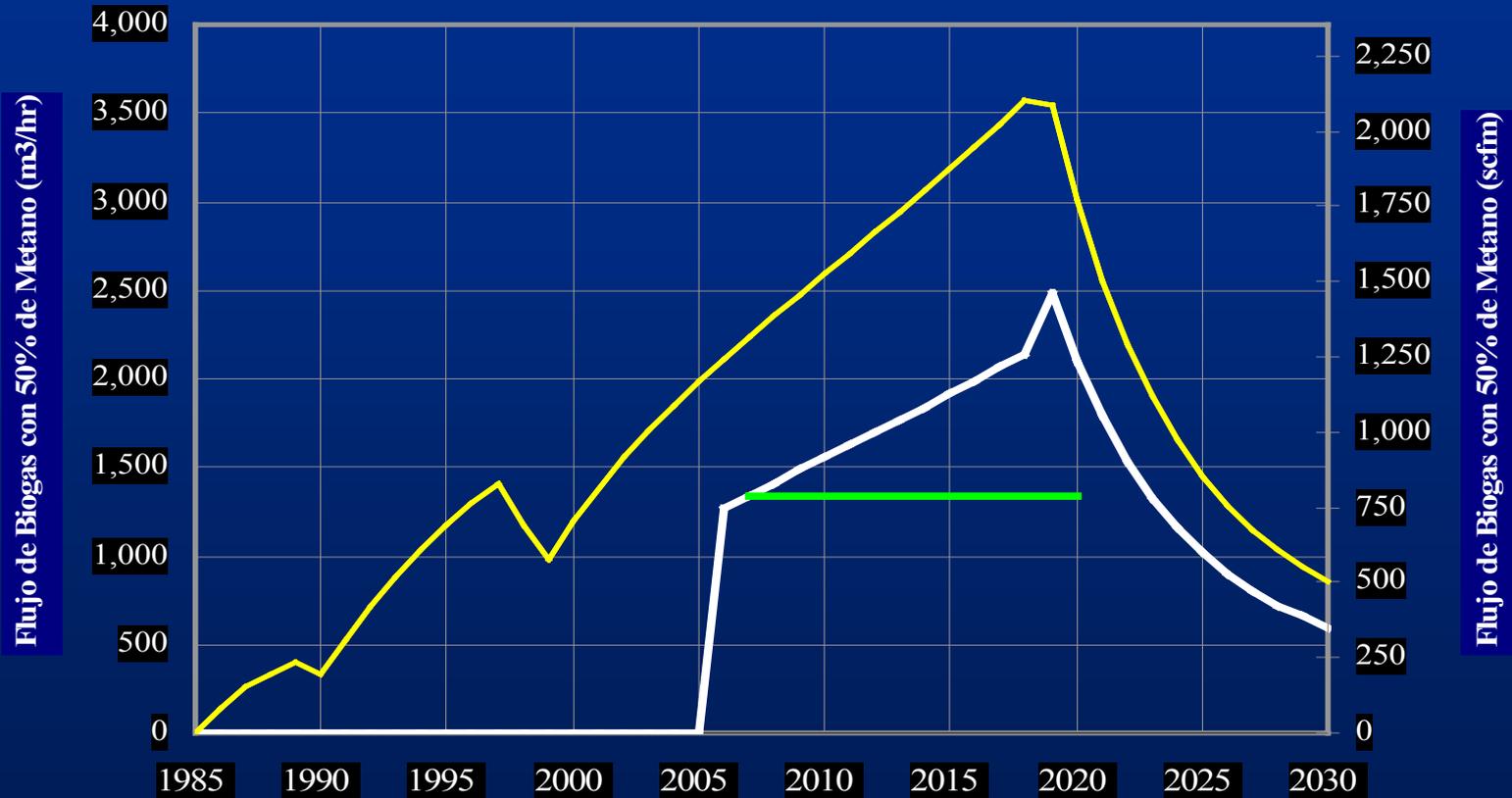
Resultados del Modelo de Biogás



- **Recuperación anticipada de biogás después de considerar cobertura del sistema de biogás**
 - Modelo asumes colección de biogás comenzara en 2006.
 - 2006: 746 pies cúbicos/minuto (1,267 m³/hr)
 - 2012: 997 pies cúbicos/minuto (1,695 m³/hr)
 - 2019: 1,461 pies cúbicos/minuto (2,482 m³/hr) = máximo
 - Declina después 2019
- **Recuperación proyectada es suficiente para:**
 - Planta de Energía de 2 MW; Planta mas grande en años siguientes
 - Aproximadamente 200,000 mmBtus/año para proyecto de uso directo



Grafica de Recuperación de Biogás



- Recuperacion Potencial de Biogas
- Recuperacion Anticipada
- Requisito para Proyecto de 2.1 MW / 189,000 mmBtu



¿Preguntas?



www.epa.gov/lmop

Brian Guzzone

guzzone.brian@epa.gov

202.343.9248

Alex Stege

astege@scsengineers.com

602.840.2596

